

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11039917 A**

(43) Date of publication of application: **12.02.99**

(51) Int. Cl

F21V 9/08
C09K 11/08
H01L 33/00

(21) Application number: **09195440**

(71) Applicant: **HEWLETT PACKARD CO <HP>**

(22) Date of filing: **22.07.97**

(72) Inventor: **WATANABE SATOSHI**
MARK BATAWORTH

(54) **HIGH COLOR RENDERING PROPERTY LIGHT SOURCE**

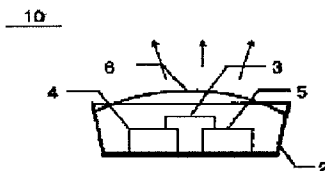
light converted by the phosphor.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance a color rendering property, to reduce costs and to enhance efficiency by providing a wavelength conversion member containing organic coloring matter receiving light from at least one light emitting element and generating output light so as to produce combination light in the case of improving color effects through additive color mixing of the light from the plural light emitting elements.

SOLUTION: A color rendering property is enhanced by applying a wavelength conversion material to a white light source whose light emitting elements are light emitting diode LED chips so as to convert wavelengths. Concretely, the LED chips 3, 4, 5 are coated by coloring matter rhodamine 19 dissolving- dispersed epoxy resin 6 so as to obtain an LED light source 10. Since a phosphor, including rhodamine 19, is powder, the same is mixed with epoxy resin for fixing the whole LED so as to form the wavelength conversion material. The wavelength conversion material is place in a reflection cup 2 containing the LED chips so as to reflect forward the light generated from the LED chips 3, 4, 5, and the



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-39917

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月12日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

F 2 1 V 9/08

F 2 1 V 9/08

Z

C 0 9 K 11/08

C 0 9 K 11/08

E

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

N

Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平9-195440

(22) 出願日

平成9年(1997) 7月22日

(71) 出願人 398038580

ヒューレット・パカード・カンパニー

HEWLETT-PACKARD COM
PANY

アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアル
ト ハノーバー・ストリート 3000

(72) 発明者 渡辺 智

神奈川県川崎市高津区坂戸3丁目2番2号

ヒューレット・パカードラボラトリー
ズジャパンインク内

(72) 発明者 マーク・バタワース

アメリカ合衆国カリフォルニア州サンタク

ララ、スタンレイ・アヴェニュー 1966

(74) 代理人 弁理士 上野 英夫

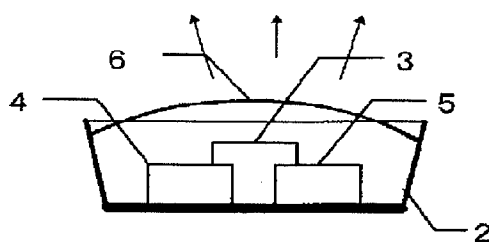
(54) 【発明の名称】 高演色性光源

(57) 【要約】

【課題】 波長変換により光源の演色性を向上せしめる。

【解決手段】 複数の発光素子からの光を加法混色して照明光を生成する光源である。少なくとも一つの発光素子からの光を入力して出力光を発生する有機色素を含む波長変換部材を備え、該出力光と照明光とを加法混色して生成した合成照明光の演色性が照明光の演色性より向上するようにしている。

10



【特許請求の範囲】

【請求項1】相異なる光を発生する複数の発光素子からの該光を加法混色して照明光を生成する光源であって、前記照明光中において少なくとも一つの前記発光素子からの光を変換するための有機色素を含む波長変換部材を備え、該変換によって前記照明光の演色性向上するようにしたことを特長とする光源。

【請求項2】前記波長変換部材が有機色素を溶解したエポキシ樹脂を含む請求項1に記載の光源。

【請求項3】前記有機色素がローダミン系である請求項1又は請求項2に記載の光源。

【請求項4】前記発光素子が発光ダイオード・チップである請求項1乃至請求項3に記載の光源。

【請求項5】前記波長変換部材が前記発光素子から離隔して配置されたことを特長とする請求項1乃至請求項4に記載の光源。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の技術分野】本発明は光源、特に波長変換を利用して演色性を向上した光源に関する。

【0002】

【発明の背景】近年、多くの照明光源がも用いられており、その特性の改良が継続しておこなわれている。照明光源の特性としては色温度、光束、効率などの他に、重要な特性の一つとして、演色性がある。自然光を代替するためには自然光に対する演色性の良いものが望まれる。演色性の定量的評価方法としては、CIEが1965年に定めて1974年に一部改訂した評価方法（以下、「CIE第2版の評価方法」という）がある。日本では、JIS Z 8726にCIE第2版の評価方法が採用されている。これらの評価方法で規定された平均演色評価数（Ra）により演色性を評価するのが一般的であり、本明細書でもRaを用いて説明することとする。

【0003】平均演色評価数Raは100に近いほど演色性に優れていることを示す。白熱電球の演色評価数は100である。光源の演色性に対する要求は光源を使用する場所によって異なるが、通常の屋内環境においてはRaが60以上であることが要求される。また、演色性の高い光源は同じ照度であっても演色性の低いランプより大きな明るさ感が得られるので好ましい。

【0004】従来より、光源の演色性を改善するため、多くの工夫がなされてきた。例えば、蛍光ランプでは低圧水銀放電で発生する253.7nmの強い線スペクトルのエネルギーを蛍光膜で受けて可視光に変換して色補正し演色性を改善している。そこで、蛍光膜に使用する蛍光体や蛍光膜の構造を適切に選んで演色性を改善できる。特開平5-86364号（昌山他）に開示され技術では、全光束を高く保持しつつ複数の蛍光体を用いて演色評価数を80以上に高めている。

【0005】蛍光高圧水銀ランプ（例えば特開平4-2

34482号（岩間））やメタルハライドランプ（例えば特開平6-76798号（等々力他））においても、蛍光体の開発により、蛍光体の吸収や発光により演色性の改善が図られている。

【0006】また、特開平6-243841号には、高圧ナトリウムランプと高圧水銀ランプを蛍光体を塗布した外管内に共に収容して演色性の高い混光照明を得る技術が開示されている。上記の例では、何れも希土類元素を含む無機蛍光体が管面に塗布される構成である。

【0007】ところで、照明光源として半導体発光ダイオード（以下LEDと称する）を使用すれば、照明光源の寿命を格段に向上できる可能性がある。また、多数のLEDを用いて曲面光源や立体光源を構成することができる。そのため、近年開発市販されている高輝度青、緑色LEDと従来からある高輝度赤色LEDとを共に用いて、フルカラーLEDディスプレイやLED照明装置を作る試みがなされている。特に赤、緑、青色LEDにより作られる白色光源は、従来の、白熱電球、蛍光ランプ灯やHIDランプを置き換える近未来の照明光源として注目されている。白色LED光源においても、演色性を高めることが必要である。

【0008】

【発明の解決すべき課題】以上のように、多種の光源が用いられるなか、波長変換によりそれら光源の演色性を向上せしめようとする、光源に適した性質の蛍光体や、波長変換部材がもとめられる。そして、そのような波長変換材を従来技術の光源に応用して製造コストの低減やその他の利益をうることが望まれる。特にLED光源に利用すれば、さらに長寿命照明光源が期待できる。したがって本発明の目的は、従来ない構成により廉価で効率的かつ演色性がすぐれた光源を提供することにある。さらに、本発明は、LED等の半導体発光装置の照明光の演色性を向上させることをも目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を達成するため、本発明の光源は、相異なる光を発生する複数の発光素子からの該光を加法混色して照明光を生成する光源であって、少なくとも一つの前記発光素子からの光を入力して出力光を発生する有機色素を含む波長変換部材を備え、該出力光と前記照明光とを加法混色して生成した合成照明光の演色性が照明光の演色性より向上するようにしている。

【0010】波長変換部材を有機色素を溶解したエポキシ樹脂とすることができ、透明でかつ効率的な波長変換をおこなうことができる。また有機色素としてはローダミンはじめいくつかの色素を用いることができる。

【0011】また、本発明は発光素子として発光ダイオード・チップを用い、それらを組み合わせて白色光源を得る場合に効果的に実施されるが、その他の発光素子にたいしても適用できることは明らかである。

【0012】

【発明の実施例】以下に発光素子を発光ダイオード・チップ（以下、LEDチップと称する）とした白色光源の実施例について説明する。図1Aは従来技術による白色LED光源1の概略平面図であり、図1Bはその概略A-A側断面図である。理解を容易にするため、内部配線やリード線そしてLEDチップを覆う透明なエポキシ樹脂等の封止材は省略してある。両図において反射カップ2上に青発光する青LEDチップ3、緑発光する緑LEDチップ4および赤発光する赤LEDチップ5が搭載されている。これらLEDチップ3、4、5は、当業者に周知の常套手段により点灯されて発光する。LEDチップ3、4、5で発生された光は図1Bにおいて上方へ放射されて加法混色されて基準光を近似する照明光となる。

【0013】上記白色LED光源1の各LEDチップに流す電流を調整して白熱灯の色温度を近似して照明光の平均演色評価数を測定するとせいぜい40止まりであった。一般照明用の光源で要求される平均演色評価数60に比べかなり低い値である。そこで照明光の相対分光分布を測定すると図2のグラフに示す測定結果が得られた。図2のグラフから明らかなように、この照明光の相対分光分布は、各LEDチップからの比較的細いスペクトルを有し、また緑と赤の間に大きな深い谷を有する。そして黄色の領域のスペクトルから成るこの谷間が、演色性を低下させている原因であると推察された。

【0014】そこで発明者等は、この谷間を埋めることができれば平均演色評価数を大きくすることが可能であると考えた。このため、オレンジ色や黄色の発光をするLEDチップを追加する方法が考えられたが、新たな色のLEDチップを追加するための地所とコストの問題に加えて白色光源を作るための各色LEDの調整が複雑になるという欠点のあることがわかった。

【0015】そこで、波長変換材料を用いた波長変換によりこの谷を埋めて演色性を向上させることとした。また、効率が高くかつ吸収、発光波長も適当な蛍光体を用いれば測光量の変化（一般に効率の低下、全光束の減少）も少なく好都合であると考えた。ストークスの法則により、「蛍光を発する放射の波長は、照射された放射の波長より常にながい」から、緑あるいは青LEDチップからの光を変換しなければならない。LEDチップ3、4、5からの光は、実質的に可視光領域の光のみであるから効率よく波長変換することが特に望まれる（紫外光等の照明光のなかに含めたくない成分を有する場合は、紫外光を可視光に変換するので比較的測光量の変化を抑えやすい）。

【0016】波長変換に用いる材料を調査、実験してみると、無機蛍光体のほかに例えば、有機の色素にもローダミン系の色素を始めとして適当な材料があることが解った。本発明の実施例の一つでは、色素ローダミン19

（ドイツ連邦共和国Lambda Physik製）：安息香酸、2-[6-(エチルアミノ)-3-(エチルイミノ)-2,7-ジメチル-3H-キサンテン-9-],パークロレートが選ばれた。エポキシ樹脂に分散されたローダミン19の吸収スペクトルは図3のとおりであり、発光スペクトルは図4のとおりであることが判明した。そこでローダミン19は図2の緑のピークを吸収し、黄の谷間を埋めるに好適であろうことが予想された。

【0017】図1Bに対応して図5に断面を示すように、色素ローダミン19を溶解分散させたエポキシ樹脂6によりLEDチップを被覆したLED光源10が得られた。LED光源10は、エポキシ樹脂6による被覆を除けば、図1A、図1Bに示すLED光源1と同じである。但し、LED光源10でエポキシ樹脂6のほかにさらに透明樹脂等を追加被覆してもよいし、しなくともよい。通常、ローダミン19をはじめとして蛍光体は粉末であるためLED全体を樹脂で固定する際のエポキシ樹脂と混ぜて、波長変換部材を構成する。また、LEDチップから発生した光と、蛍光体により変換された光を前方に反射するように、波長変換部材はLEDチップを収納する反射カップ2内におかれる。波長変換部材は、3つのLEDチップを覆う必要はなく、蛍光体を励起（吸収）するLEDチップのみを覆うように充填することもできる。

【0018】図6は図5に断面を示す本発明による白色LEDの放射光の相対分光分布を示す。蛍光体としてローダミン19を用いたときの平均演色評価数は約76であり、従来の白色LEDの平均演色評価数40に比べ大きく改善された。また、図1に示す従来の白色LEDの効率に比べ、本発明の効率（lm/W）は約10%以下の低下にとどまり、効率をそれほど犠牲にすることなく、演色性を大きく改善できることがわかった。

【0019】本発明における同様の効果をうるための蛍光体は下記蛍光体に限るものではないが、実施例で示したローダミン19以外にも、以下に示すような有機、無機系の蛍光体も実用的に使用しうる。

（有機色素）：いずれもLambda Physik製

・ローダミン110：o-(6-アミノ-3-イミノ-3H-キサンテン-9-イル)-安息香酸、吸収波長の中心は510nm、発光中心波長は570nm（エポキシ樹脂に分散したばあい）

・DCM：4-ジシアンメチレン-2-メチル-6-(p-ジメチルアミノスチリル)-4H-ピラン、吸収中心波長は472nm、発光中心波長は650nm（エポキシ樹脂に分散したばあい）

・DCMspecial（Lambda Physik製）

（無機蛍光体）

・Ce：YAG、YAGの組成による特性の変化があるが、吸収中心波長は450nm、発光中心波長は580nm。有機色素材料はエポキシ樹脂等の樹脂に溶解分散させや

すく、分散した粒子が小さく透明度が高くとれるので、通過光の不要な散乱等を少なくすることができるので有利である。また、吸収、発光の波長の選択の幅が広く、設計の自由度が大きい。

【0020】本発明を実施したLED光源の製造は、まず従来と同様に反射カップ内2にLEDチップ3、4、5を配置し配線した後、波長変換部材であるローダミン19を分散したエポキシ樹脂6を適量反射カップに導入しLEDチップを覆うようにする。まず、この時点で100-150℃に温度を上げ2時間ほどで波長変換材料を硬化させる。その後、LED光源全体を従来と同様な透明な樹脂で硬化させる。できあがった白色LED光源に通電し平均演色評価数を測定し評価する。波長変換部材の光学的特性（演色性を含む）を所望のものとするため、波長変換部材の幾何学的形状も一定とするよう常套手段を用いる。蛍光体のエポキシ樹脂に対する濃度の最適値は、用いる蛍光体によっても異なるが、所望の色温度、演色性かつ、効率の低下を最小限に押さえるように濃度を実験的に特定することができる。

【0021】まず、選択されたLEDチップにより所定の発光パターンと放熱条件を満たすLED光源を設計する。有機色素を分散したエポキシ樹脂で封止した後各LEDチップの動作電流を調整して合成照明光が所定のx-y色度座標をとるようにする。演色評価数と全光束を測定する。有機色素の濃度を変えて上記測定を繰り返し濃度に対する演色評価数と全光束のグラフが得られる。該グラフから演色性を最高にする濃度がえられる。演色性と全光束が所望の条件を満足し、それを実現する濃度が二つある場合は、低い濃度が選ばれる。

【0022】また、上記の実施例では赤、緑および青色の3色のLEDを用いたが、赤と青緑色、または黄と青色の2色によっても白色光を作ることができる。このような2色のLEDによって構成される白色LED光源は適切な有機色素が経済的に調整使用できることにより容易に実用化されるものである。勿論LEDチップが二種類でありより簡便である。さらに、エポキシ樹脂に限らず、透明であることが好ましいその他の熱硬化性樹脂を波長変換部材に使用できる。これらの熱硬化性樹脂は耐

熱性があり軽量、廉価である。

【0023】図7に示す光源20ように、発光素子23、24、25の外部に反射カップ（あるいは反射板）22の反対側でそれらと距離を隔てて波長変換部材27を設置する応用もでき、光源20のコスト低減と性能の改善ができる。このような本発明の実施は、LEDチップ以外の発光素子23、24、25にも適用できることは明らかである。例えば従来のHIDランプの外管やカバーをプラスチックにして、プラスチックに有機色素を溶解分散させておけば容易に演色性の改良ができよう。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の実施により前記課題の達成がなされる。

【図面の簡単な説明】

【図1A】従来技術による白色LED光源の概略平面図である。

【図1B】図1AのLED光源のA-A断面図である。

【図2】従来技術による白色LED光源の相対分光分布を示すグラフである。

【図3】有機色素ローダミン19の吸収スペクトル分布を表わすグラフである（横軸波長、縦軸は相対吸収度）。

【図4】有機色素ローダミン19の発光スペクトル分布を表わす相対分光分布のグラフである（横軸波長、縦軸は相対エネルギー）。

【図5】本発明の一実施例のLED光源の図1Bに対応する断面図である。

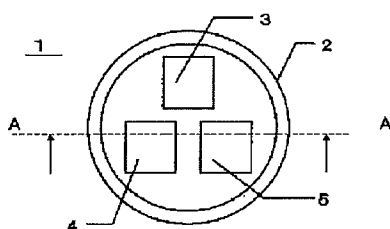
【図6】図5に示すLED光源の相対分光分布のグラフである（横軸波長、縦軸は相対エネルギー）。

【図7】本発明の実施例の光源の図1Bに対応する断面図である。

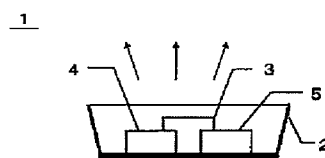
【符号の説明】

- 1、10、20 白色LED光源
- 2、22 反射カップ
- 3、4、5 LEDチップ
- 6 ローダミン19を分散したエポキシ樹脂
- 23、24、25 発光素子
- 27 有機色素を分散した熱硬化性樹脂

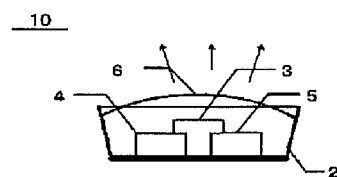
【図1A】



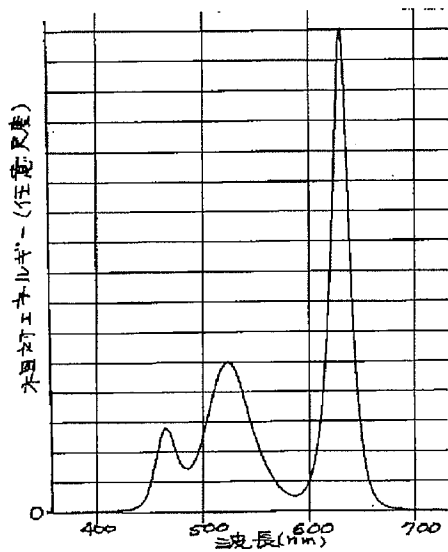
【図1B】



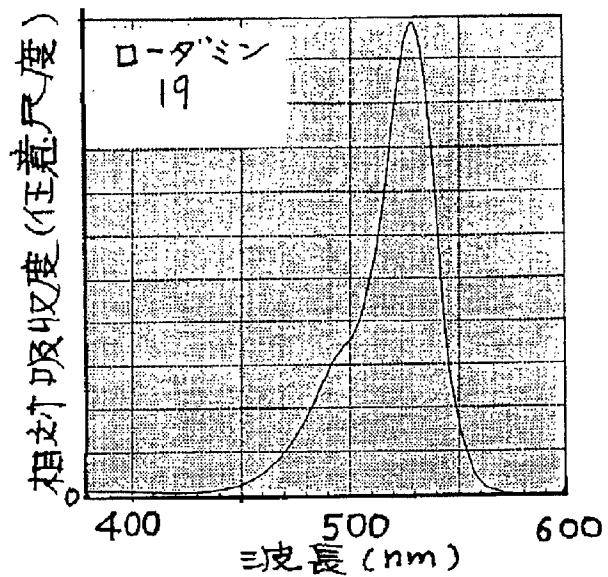
【図5】



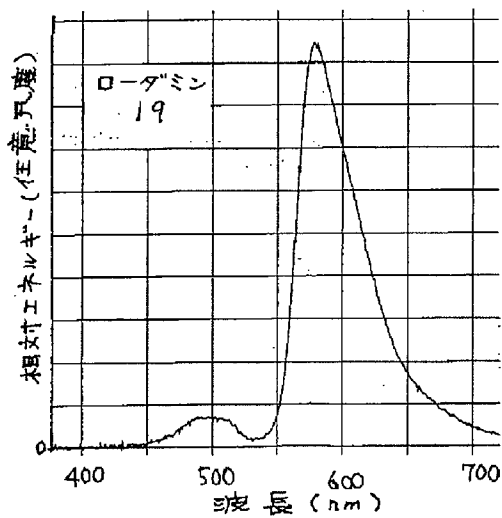
【図2】



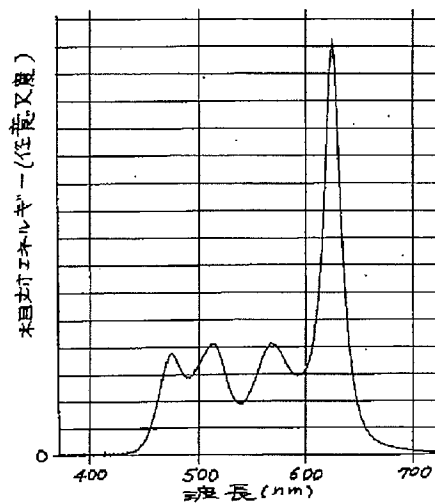
【図3】



【図4】



【図6】



【図7】

